

# Trabajo Fin de Grado

Economía del medio ambiente: Evidencia empírica de la Curva de Kuznets en India.

Environmental economics: An Empirical Evidence of the Environmental Kuznets Curve in India.

Autor/es

Álvaro García-Belenguer Sanz

Director/es

Majed Atwi Saab

Facultad de Economía y Empresa  
2019

**Autor:** Álvaro García-Belenguer Sanz

**Directores:** Majed Atwi Saab

**Título:** Economía del medio ambiente: Evidencia empírica de la Curva de Kuznets en India. Environmental economics: An Empirical Evidence of the Environmental Kuznets Curve in India.

**Titulación:** Grado en Administración y Dirección de Empresas

## **RESUMEN**

Las emisiones de CO<sub>2</sub> en el planeta se están incrementando exponencialmente en los últimos años, creando una crisis medioambiental que no tiene precedentes. Por ello científicos, economistas, políticos y demás expertos en el tema, tienen gran interés en examinar la Curva de Kuznets Ambiental, para comprender si existe relación entre la degradación del medioambiente y el crecimiento de la economía de los distintos países y, si ésta se va a revertir en un futuro no lejano.

En este trabajo nos centramos en el caso de la India. En primer lugar, llevamos a cabo una revisión de la literatura acerca de la Curva de Kuznets, y un análisis de la situación política, económica y social de la nación. En segundo lugar, abordamos la validez empírica de esta hipótesis para la India. Para elaborar nuestro análisis contamos con datos para un periodo de 44 años, entre 1970 y 2014.

Finalmente, concluimos que, para los datos recogidos, estimando distintos modelos mediante el programa Gretl, no obtenemos resultados concluyentes de la existencia de la CKA para la India, sino de una curva en forma de U no invertida.

## **ABSTRACT**

CO<sub>2</sub> emissions on the planet are increasing exponentially in recent years, creating an environmental crisis that is unprecedented. Therefore, scientists, economists, politicians and other experts on the subject, have great interest in examining the Kuznets Environmental Curve, to understand if there is a relationship between the degradation of the environment and the growth of the economy of different countries and, if this It is going to revert in the not too distant future.

In this paper we focus on the case of India. First, we carry out a review of the literature about the Kuznets Curve, and an analysis of the political, economic and social situation of the nation. Second, we address the empirical validity of this hypothesis for India. To elaborate our analysis we have data for a period of 44 years, between 1970 and 2014.

Finally, estimating different models through Gretl program, we do not obtain conclusive results of the existence of the CKA for India, but of a U-shaped curve.

## ÍNDICE

### Contenido

RESUMEN .....	2
ABSTRACT .....	2
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y TABLAS .....	5
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	6
CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	8
2.1 Críticas a la Curva de Kuznets Ambiental.....	8
2.2 Elasticidad del ingreso.....	9
2.3 Efectos indirectos de la Curva de Kuznets Ambiental .....	10
CAPÍTULO III. ESTUDIO DE CASO .....	11
3.1 Contexto sociopolítico.....	11
3.2 Impulsores y efectos de la contaminación.....	15
3.3 Datos de la India y comparación entre países.....	18
CAPÍTULO IV. MODELO DE APLICACIÓN ECONOMETRICA.....	22
4.1 Modelo básico .....	22
4.2 Modelo 1 .....	25
4.3 Modelo 2.....	26
CAPÍTULO V. RESULTADOS .....	26
5.1 Modelo 1 .....	26
5.2 Modelo 2.....	27
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES.....	30
BIBLIOGRAFÍA.....	33
WEBGRAFÍA .....	34

## ÍNDICE DE GRÁFICOS Y TABLAS

Gráfico 3. 1 Crecimiento del PIB de los principales países. ( <i>Fuente: Banco Mundial</i> )	12
Gráfico 3. 2 Proyección esperada de la distribución de la renta en la India. ( <i>Fuente: OECD</i> ).....	13
Gráfico 3. 3 Porcentaje del PIB por sector. ( <i>Fuente: Banco Mundial, elaboración propia</i> ).....	14
Gráfico 3. 4 Porcentaje de empleo por sector. ( <i>Fuente: Banco Mundial, elaboración propia</i> ).....	14
Gráfico 3. 5 Himalaya, barrera natural para el aire limpio. ( <i>Fuente: Financial Times</i> )	16
Gráfico 3. 6 Origen de la energía utilizada en la India.....	17
Gráfico 3. 7 Aumento de la población a lo largo del tiempo en los principales países. ( <i>Fuente: OECD, elaboración propia</i> ).....	18
Gráfico 3. 8 PIB de la India. ( <i>Fuente: OECD, elaboración propia</i> ).....	19
Gráfico 3. 9 PIB <i>per cápita</i> de la India. ( <i>Fuente: OECD, elaboración propia</i> ).....	19
Gráfico 3. 10 Emisiones de CO <sub>2</sub> por quema de combustibles fósiles. ( <i>Fuente: OECD, elaboración propia</i> ).....	20
Gráfico 3. 11 Emisiones de CO <sub>2</sub> por quema de carbón. ( <i>Fuente: OECD, elaboración propia</i> ).....	20
Gráfico 3. 12 Emisiones de CO <sub>2</sub> por sector. ( <i>Fuente: OECD, elaboración propia</i> ).....	21
Gráfico 3. 13 Intensidad energética en los principales países. ( <i>Fuente: OECD, elaboración propia</i> ).....	21
Gráfico 4. 1 Curva de Kuznets Ambiental. ( <i>Fuente Simon Kuznets</i> ).....	22
Gráfico 4. 2 Residuos Modelo 1. ( <i>Fuente: GRETL, elaboración propia</i> ).....	25
Tabla 5. 1 Modelo estimado 1 ( <i>Fuente: GRETL, elaboración propia</i> ).....	27
Tabla 5. 2 Modelo estimado 2. ( <i>Fuente: GRETL, elaboración propia</i> ).....	28
Tabla 5. 3 Comparación periodos, modelo 2. ( <i>Fuente: GRETL, elaboración propia</i> ) ..	29

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Es un hecho que la India ha evolucionado mucho, desde que a mitad del siglo XIX se convirtiese en una colonia británica y se independizase en 1947, trayendo consigo una nueva Constitución. Pero no fue hasta 1991, cuando verdaderamente, la política económica hizo florecer al país de “los mil colores”, hasta alcanzar cuotas de crecimiento sobre su PIB año tras año, dejando atrás a las principales potencias, que quedaban estancadas. En la última década del siglo XX y principios del XXI, han sido unos años en los que la India ha sufrido grandes cambios, que le han llevado a ser uno de los países con mayor futuro para las próximas décadas.

Sin embargo, este futuro tan prometedor (PriceWaterhouseCoopers, 2017) junto a otras potencias como China, traerá consigo lo que ya estamos vislumbrando en esta sociedad, y es que 22 de las 30 ciudades más contaminadas en el mundo son indias (Griffiths, J. CNN, 2019) ¿Esto quiere decir que los futuros países que lideren el mundo serán países contaminantes? ¿Quizá no acataran las responsabilidades de la sociedad con el medio ambiente, y solo se preocupan por crecer cada vez más?

No podemos saber con exactitud qué ocurrirá en el futuro, pero sí podemos teorizar con los datos que poseemos actualmente para intuir lo que sucederá. Nos encontramos en un momento vital para la supervivencia de la humanidad en nuestro planeta; según expertos científicos del IPCC en su último informe de 2018 (IPCC, 2018, p.2) las emisiones de CO<sub>2</sub> deberían caer un 45% para 2030, para que el calentamiento no exceda de 1,5° a nivel global en relación con niveles preindustriales.

La alarma social se traslada también a las calles, aquellos afortunados de clases altas que pueden permitírselo (Slater, J. The Washington Post, 2018), comienzan a escapar de ciudades tan contaminadas como Delhi, en la que se registra una concentración anual de “partículas finas” (PM) 15 veces mayor a la recomendada por la OMS (Martínez, A. El País, 2016). Todo ello provoca en torno a 10.000 muertes prematuras al año; y no solo Nueva Delhi (21 millones de habitantes), está amenazada por la inmensa contaminación, sino que otros grandes núcleos de población en la India, como Ghaziabad (2,3 millones), Faridabad (1,4 millones) o Patna (2 millones), sobrepasan los índices de contaminación de Delhi (IQ Air, Airvisual y Greenpeace, 2018).

Todo apunta que lo que ocurrió en la revolución industrial hace dos siglos en Europa y América del Norte, está empezando a suceder en los nuevos países emergentes. Se cree que la década que viene, India será la fábrica del mundo (Harjani, A. CNBC, 2014). Esto aumentará la producción de la India y ayudará al desarrollo de su economía, propiciará el crecimiento de la clase media, de su PIB y, por tanto de la tecnología con la que se realizan estos procesos que cada vez serán más limpios y eficientes.

Sin embargo, no todos los especialistas se ponen de acuerdo en si este escenario será bueno para el medio ambiente. Si la India es capaz de sobrepasar la época industrial sin contaminar demasiado, será todo un logro. De lo contrario, si sucumbe a las tecnologías que nosotros consideramos obsoletas; más baratas, aunque también más contaminantes, como el carbón o el petróleo, podríamos llegar a provocar una situación de riesgo mundial.

En este trabajo se indagarán las causas de este fenómeno de alta contaminación en la India; de cómo el desarrollo económico está en relación con la contaminación, y si este mismo crecimiento es la solución al gran aumento de la polución. También estudiaremos si el avance en el progreso tecnológico y económico llegará demasiado tarde para las futuras generaciones.

Para ello seguiremos los pasos de miles de expertos científicos y economistas, y en especial de la hipótesis de la Curva de Kuznets Ambiental (CKA), planteada por el economista Simon Kuznets. Kuznets expone que “el daño ambiental es una función creciente del nivel de actividad económica hasta un determinado nivel crítico de renta, a partir del cual mayores niveles de renta se asocian a niveles progresivamente mayores de calidad ambiental” (Zilio, 2012). De esta forma la cuestión final que queremos abordar será: cómo es la CKA de la India y en qué punto de ésta se encuentra actualmente.

En el siguiente apartado, el Capítulo II, se comenta todos los aspectos empíricos que tienen que ver con la CKA y los puntos importantes que han destacado sobre ella, ciertos autores autorizados en la materia. En el Capítulo III, se explica la situación socio-política y los datos macroeconómicos más importantes del país para entender la actual coyuntura de la India. En el Capítulo IV, se exponen las variables que hemos utilizado para analizar los datos, y en concreto los modelos que cumplen las características que nosotros buscamos. El Capítulo V, como continuación del Capítulo

IV, nos desvela los resultados de estos modelos a la vez que la interpretación de éstos. Por último a modo de conclusión se comentan los resultados obtenidos y su repercusión tanto para la India como para el mundo.

## **CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

En este capítulo nos centraremos en exponer toda la base empírica, científica y económica sobre la que se asientan los estudios de nuestro trabajo; en especial nos interesaremos por la Curva de Kuznets Ambiental (CKA), de qué se trata, los fundamentos en los que se basa, y qué podemos explicar gracias a ella.

La CKA es una hipótesis que desarrolló el economista Simon Kuznets, que intenta trazar una relación entre la contaminación de los países y lo desarrollados que están. Principalmente se centra en explicar, cómo el aumento del PIB en un país es la causa por la que éste comienza a contaminar tanto, y como en un futuro, este aumento del PIB, será la cura de la contaminación; ya que este desarrollo económico traerá consigo unos avances tanto sociales, como económicos e incluso tecnológicos, que favorecerán al medioambiente.

Gráficamente, la CKA se advierte como una U invertida, donde al principio los países con pocos recursos contaminan poco y, conforme van desarrollándose y su economía se hace más robusta, comienzan a contaminar más. En el punto mas alto de esta curva, el llamado “turning point”, es donde mayor es la emisión de contaminantes del país. Conforme más se desarrolle la economía a partir de este punto, la polución disminuirá notablemente, hasta regresar a los niveles del inicio.

### **2.1 Críticas a la Curva de Kuznets Ambiental**

Sin embargo, esta hipótesis tiene muchas críticas: por ejemplo, el hecho de que no todo daño ambiental provocado previamente por el ser humano, es reversible con tecnología o impuestos (Dinda, 2004). Aunque hayamos alcanzado el máximo desarrollo posible en el futuro, no seremos capaces de hacer volver a la vida a miles de especies extinguidas, ni sus hábitats naturales que estamos diezmando.



Además, mientras los países más ricos y desarrollados tienen mayor ventaja a la hora de disminuir su contaminación; en los países más pobres se produce lo que se conoce como “trampa de pobreza” (Zilio, (2012)), la cual induce a estos países a salir de su precaria situación aceptando a las industrias más contaminantes de las naciones ricas. Así se permite que cometan toda clase de violaciones contra el medioambiente con total impunidad, a cambio de que la economía del estado crezca. Por otro lado, otro de los puntos en los que se basa esta hipótesis, es que supone que toda la tecnología conseguida en los países desarrollados llegará de forma inminente a los países pobres, agilizando y abaratando el crecimiento de éstos, y emitiendo así menos contaminantes. Sin embargo, no es del todo seguro que ésto se produzca, ya que precisamente las industrias eligen estas naciones, debido a que la mano de obra es barata y por tanto los costes de producción disminuyen notablemente, sin el uso de nuevas tecnologías que son más costosas.

Después de todo, las empresas de los países más poderosos son las que llevan a cabo el denominado “outsourcing offshore”, en el que deslocalizan toda su producción desde los países con salarios altos, regímenes laborales dignos, y unas políticas de contaminación más restrictivas; a regiones donde la ley es más laxa y permisiva con todas las acciones que llevan a cabo. Esta es la llamada hipótesis del paraíso de la contaminación, o PHH por sus siglas en inglés (Pollution Haven Hypothesis) (Dinda, 2004). La PHH no sólo destruye miles de empleos en las naciones ricas, sino que crea grandes desigualdades en los países desfavorecidos, trabajos precarios y deja una huella de contaminación de la que todavía no estamos seguros que estas regiones puedan recuperarse.

## 2.2 Elasticidad del ingreso

Dentro de la hipótesis de la CKA, existe la relación positiva entre la cantidad de ingresos que tiene la población de un país y, la concienciación de ésta con los problemas de contaminación y medioambientales (Dinda, 2004). Por un lado, cuando la sociedad tiene cubiertas ciertas necesidades básicas como la salud y la educación, es capaz de preocuparse por temas que no les atañen de forma directa y, comienza a cuestionarse asuntos sobre el entorno que les rodea y, cómo éste les influye en su vida y su futuro (Susmita Dasgupta, 2002).

Por otro lado, estas sociedades modernas tienen una mayor capacidad técnica para ser menos contaminantes que hace algunos años, tienen más herramientas legislativas y mayor personal para lograr ser una nación menos contaminante (Susmita Dasgupta, 2002).

Por último, una mayor renta y mayor educación de la población hace que las personas estén más formadas y concienciadas para que exijan mejoras y regulación ambiental en el país (Susmita Dasgupta, 2002).

### 2.3 Efectos indirectos de la Curva de Kuznets Ambiental

Junto a estas características, la CKA se puede explicar también, por una serie de efectos que influyen de manera indirecta sobre la sociedad y el medioambiente, haciendo que se cumpla la denominada forma de U invertida en las gráficas de contaminación.

En primer lugar, el efecto escala, que nos indica que una mayor actividad económica comporta mayor gasto, mayor cantidad de residuos y en general mayor contaminación (Zilio, (2012)). Este efecto escala, aunque es necesario para que crezca la economía, es muy dañino para el medioambiente. Esto ocurre porque se sacrifican gran cantidad de recursos, a menudo no renovables, a cambio de un aumento en la producción ínfimo. Sólo el tiempo nos revelará si estos esfuerzos serán recompensados en el futuro, cuando se cumpla o no la CKA.

Por otro lado, el efecto escala está muy relacionado con el efecto del comercio y, en particular con el comercio internacional, ya que las exportaciones e importaciones de productos no sólo provocan daño a los ecosistemas donde se producen estos bienes, sino que además lo agravan al tener que transportarlos de una región a otra.

Es importante destacar la influencia de estos efectos sobre la deslocalización de la producción de unos países a otros, es decir, los ya comentados paraísos de la contaminación (PHH). También existe influencia sobre la inversión directa extranjera (por sus siglas en inglés FDI), que anima a los países menos desarrollados a ser más laxos en su normativa de contaminación para atraer la inversión extranjera (Dinda, 2004). En general, todos estos efectos están respaldados por la globalización que, aunque ha traído grandes avances para la sociedad hasta el momento, puede llegar a ser un grave problema en el futuro.

Otro punto clave para entender la CKA es, que a mayor desarrollo, las naciones invierten más dinero en I+D y en nuevas tecnologías más limpias y eficientes, y que ahorran costes a las empresas. Estas nuevas tecnologías, aunque son difíciles de conseguir y muy costosas, son las que marcan la diferencia entre las superpotencias mundiales y el resto de países que continúan confiando su producción en tecnologías obsoletas y muy contaminantes.

Por último, hay que destacar que los países desarrollados que comienzan a pasar el “turning point”, sufren una transformación en su economía. Estos países hacen una transición de una economía basada en el sector industrial y/o agrícola, donde lo que importa es el uso intensivo de materias primas y recursos naturales, hasta el sector servicios. En el sector servicios lo más importante es la calidad de los empleados, los estudios y su formación, y por lo general se contamina mucho menos que en los otros sectores.

## **CAPÍTULO III. ESTUDIO DE CASO**

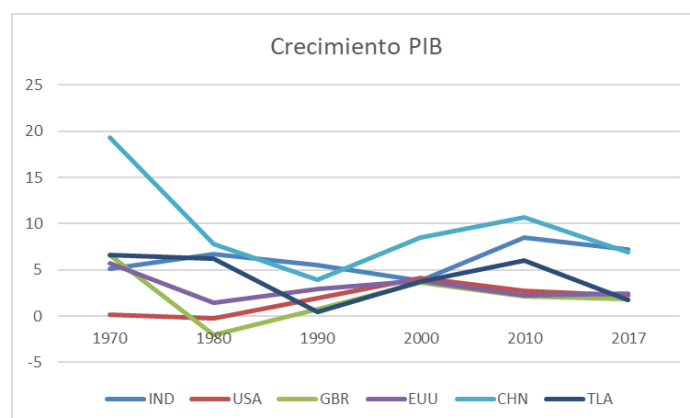
En este capítulo, describiremos la India desde el contexto social y político, qué implicaciones tiene sobre la economía y sobre las relaciones internacionales en este país, por qué estamos llegando a cuotas de contaminación tan altas, qué variables y datos son importantes para comprender la situación de la India y qué comparaciones podemos hacer entre la India y el resto de las naciones. Con ésto podremos conocer su situación respecto al resto del mundo, ya que éste es un problema global.

### 3.1 Contexto sociopolítico

La economía y el medioambiente hoy en día tienen una relación intrínseca; no podríamos entender por qué las empresas y los Estados se comportan como lo hacen, sin la concienciación ambiental, creciente en estos últimos años. Estas empresas están respetando cada vez más, el entorno que las rodea y cumpliendo las normativas de reducción de residuos. Del mismo modo, no podemos comprender, cómo evoluciona nuestro ecosistema, qué es lo que provocamos, qué cambios sufre la Tierra. Pues, debido a nuestros intereses económicos que no tienen que ver nada con la naturaleza, la Tierra se está modificando.

En 1948, en París, Thomas Pritchard (director adjunto de conservación de la naturaleza en Gales), introdujo el término “educación ambiental”, durante una reunión de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). A partir de entonces, cientos de reuniones y decenas de acuerdos se han llevado a cabo internacionalmente, en pos del medioambiente. La más reciente de ellas otra vez en París, donde 175 países, incluido India (CMNUCC, 2017), se comprometieron a reducir la emisión de gases de efecto invernadero en la atmósfera.

A pesar de los distintos acuerdos firmados y los desesperados intentos de los alcaldes de ciertas ciudades indias, para reducir la contaminación, parece que la situación no se revierte. Esto es debido principalmente al impresionante crecimiento de este país en tan poco tiempo. Según datos del Banco Mundial, la India es una de las potencias, junto con China, cuyo PIB crece más año tras año, en torno al 7%. Gráfico 3.1



**Gráfico 3. 1 Crecimiento del PIB de los principales países.** (Fuente: Banco Mundial)

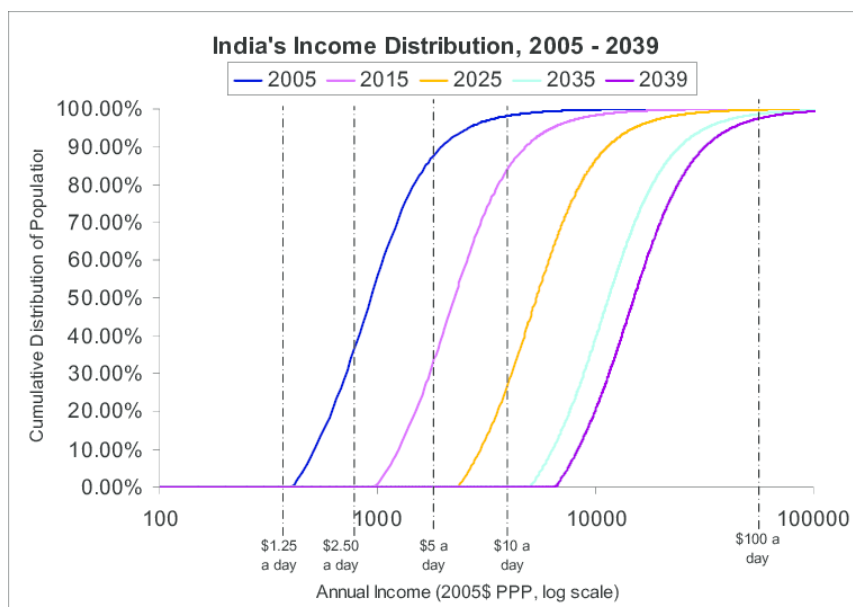
Aunque la India, como podemos observar en la anterior figura, es un país con un futuro prometedor, no podemos olvidar que es un estado en el que la riqueza no está igualmente repartida. El 1% de las personas más ricas posee el 53% de la riqueza. El país está en el puesto número 130, en materia de desarrollo humano, igualándose con países como Namibia (PNUD, 2018).

Actualmente, la India es uno de los países más potentes del mundo, y tiene una gran proyección de futuro; sin embargo, tiene graves problemas como la desigualdad económica entre las distintas clases sociales, la falta de infraestructuras adecuadas, unas finanzas públicas muy débiles, y conflictos sin resolver. Este es el caso de Cachemira que, según apunta la agencia Coface, genera grandes riesgos para la inversión en el país.

Una de las principales cuestiones del gran crecimiento de la nación, es el hecho de que cada vez existen más personas en la India, hasta llegar a tener un problema de superpoblación. Otra cuestión importante es que la clase media, es la que más crece y sobre la que se sustenta la economía india.

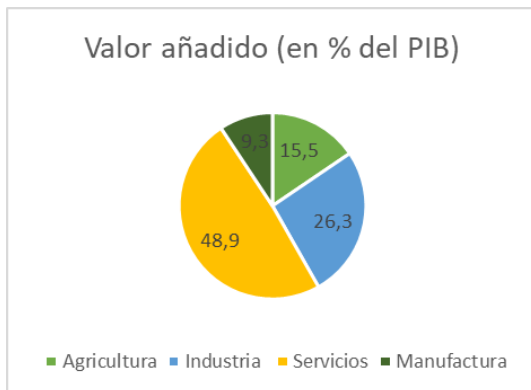
Por un lado, en la India viven más de 1300 millones de personas, con una tasa de natalidad del 2,4 según datos de la ONU. La mayoría de estas personas se agrupan en la zona norte del país, a las orillas del río Ganges, aunque en general la densidad de la población es muy alta en todo el país (CIA, 2019). Todo esto explica, por qué la media de edad en el país es de unos 28 años, y la estructura de la población sigue siendo la de una pirámide, con una base robusta (jóvenes), sobre la que se asienta la sociedad.

Por otro lado, del total de estas personas, se estima que 300 millones pertenecen actualmente a la denominada clase media (ICEX, 2018) y que en 2035 ésta podría abarcar el 90% de la población india como vemos en la figura 3.2 (Homi Kharas, OECD, 2010). Estas características del país crean una sociedad superpoblada, en la que cada vez más millones de personas tienen aspiraciones económicamente más altas. Actualmente, las clases sociales no son castas inamovibles, en las que costaba generaciones deshacerse de la fama de sus ancestros, sino que simplemente gracias a su trabajo y esfuerzo pueden aspirar a una vida mejor.

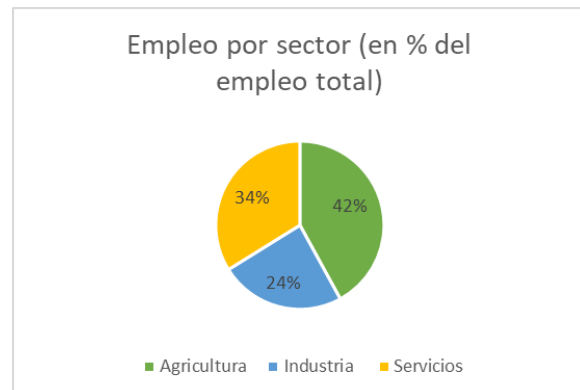


**Gráfico 3.2 Proyección esperada de la distribución de la renta en la India.**  
(Fuente: OECD)

Y no sólo cambia la forma de pensar de los indios en cuanto a las castas, sino también a los negocios, ya no es importante ser un terrateniente, y poseer grandes extensiones de tierra para el cultivo. La importancia de sectores tan relevantes anteriormente, como en el caso de la agricultura, están dando paso a sectores más especializados como el de los servicios, y en concreto la tecnología de software. Esto provoca un éxodo de las zonas rurales, a las grandes urbes, lo que las congestiona y contamina aún más.



**Gráfico 3. 3 Porcentaje del PIB por sector.**  
(Fuente: Banco Mundial, elaboración propia)



**Gráfico 3. 4 Porcentaje de empleo por sector.**  
(Fuente: Banco Mundial, elaboración propia)

En el gráfico 3.4 podemos distinguir como el número de personas empleadas en los distintos sectores es más o menos el mismo, aunque cabe destacar que la agricultura, al ser un trabajo manual y con tanto arraigo en la India, es el que mayor porcentaje de personas tiene trabajando. Por otro lado, en el gráfico 3.3 nos damos cuenta de que casi la mitad del PIB de la India es debido al sector servicios, de ahí su gran importancia para la economía y su capacidad de generar riqueza realizándolo, en la mayoría de los casos, de forma menos contaminante que con la agricultura intensiva y la industria. De estas industrias, cabe destacar la importancia del cultivo de arroz y trigo en el sector agrícola, la industria textil y la minería del carbón en el sector secundario, y las tecnologías de la información y el software en el sector servicios.

En cuanto a la política, el gobierno de la India es una república federal formada por 29 estados y 7 territorios de la unión, cuyo presidente es, en la actualidad, Narendra Modi. Aunque la India es una tierra rica en contrastes, con 22 lenguas oficiales entre ellas el hindi y el inglés, y gran porcentaje de personas con cultos diferentes, tiene una legislación típica inglesa que tiene sus raíces cuando era “la joya de la corona británica” en el siglo XIX (CIA, 2019).

### 3.2 Impulsores y efectos de la contaminación

Las causas de la contaminación en la India son muchas y muy variadas, sin embargo, todas corresponden a un factor común: el desarrollo desmesurado de la economía india, que ha propiciado toda clase de situaciones que por el volumen de tamaño de la nación se han visto multiplicadas exponencialmente. Sin esta sensación de prosperidad, la India no sería uno de los destinos más importantes (y lucrativos) para industrias, que ven la necesidad de deslocalizarse de su país de origen a naciones con mano de obra más barata y menor legislación contra la polución.

Esta situación de “bonanza” también influye para que existan unas tasas de natalidad altas y gran inmigración desde otros países no tan desarrollados económicamente. Con todos estos datos, el alto crecimiento, una muy buena proyección de futuro del país y; en contraposición, la gran diferencia económica y tecnológica entre ricos y pobres, provoca que muchos millones de personas, vivan en una pobreza relativa. Esta pobreza camuflada, les fuerza a vivir y trabajar en lugares insalubres, utilizando energías y herramientas obsoletas para el siglo XXI.

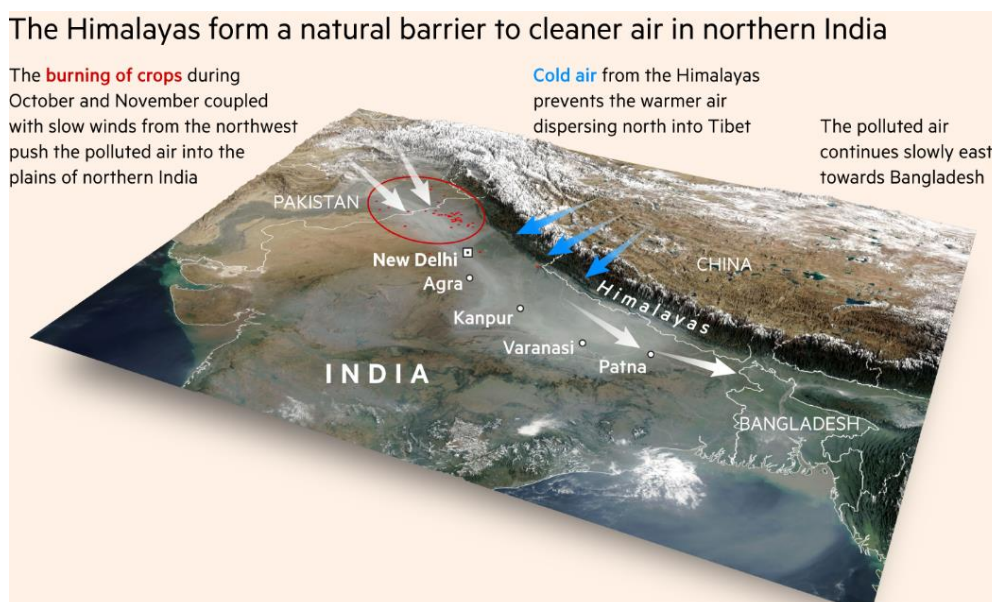
Entre las principales causas directas se encuentran las numerosas construcciones necesarias para dar cabida a millones de personas, pero que, sin embargo, generan grandes cantidades de polvo que queda en suspensión; otra de las grandes fuentes de contaminación son los vehículos, en su mayoría obsoletos que, gracias al crecimiento repentino en los últimos años del país, se han incrementado. Cada vez más indios llegan a la clase media, como hemos comentado, y se deciden por comprar un vehículo, o dos, en el caso de familias grandes.

Esto, unido al gran problema de tráfico de las ciudades hipermasificadas, hace que millones de vehículos pasen horas atrapados en las calles de la ciudad, contaminando. De hecho, en la India, debido a los altos impuestos de los carburantes, es una práctica generalizada mezclarlos con aditivos, que abaratan los precios, haciéndolos más contaminantes. Ante ésto, las ciudades y el gobierno intentan minimizar el uso de los vehículos privados, e incentivan el transporte público, como buses y “rickshaws” eléctricos, o incluso bicicletas.

Algunos otros focos de contaminación son las tormentas de arena, o las más de 200 plantas térmicas de carbón repartidas por el país, que quieren ser sustituidas por centrales nucleares, y planta de biometanización.

También existe un fenómeno registrado por las estaciones de medición, localizado en el mes de noviembre, cuando los agricultores de las zonas rurales queman todos los despojos y las malas hierbas del campo para poder empezar la siembra; esta quema incontrolada, produce contaminación que por medio del viento llega a las grandes ciudades. Además, a menudo provoca incendios forestales que destruyen el bosque y aumentan la polución en la zona.

Pero este proceso, es mucho más complejo, y para comprenderlo, debemos conocer la geografía de la India que podemos ver en la figura 3.5. En el norte, donde coinciden las ciudades más contaminadas, es donde se encuentra la cordillera del Himalaya, con más de cien cimas que superan los 7000 metros, y en contraposición, donde se encuentran las ciudades más pobladas, se encuentran las cuencas de algunos ríos entre ellos el Ganges que forman una gran depresión. Esto provoca que toda la contaminación de estas ciudades, y de la quema de pastos en las zonas rurales quede atrapada en las montañas y en los vastos bosques y se forme un corredor de viento que va desde el oeste de la India hasta Bangladesh, otro país cercano, también muy contaminado.



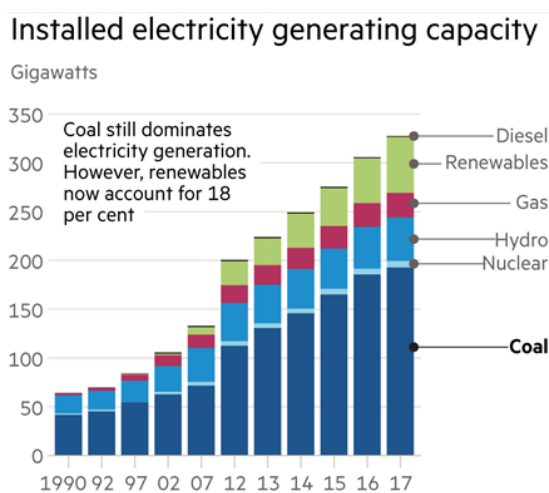
**Gráfico 3. 5 Himalaya, barrera natural para el aire limpio.** (Fuente: *Financial Times*)

Pero sin duda la principal causa de la polución en la India es la quema de combustible fósil en aparatos obsoletos, que no son nada eficientes. Ya que la energía eléctrica no es del todo fiable, muchos ciudadanos siguen confiando en sus viejas



lámparas de keroseno, sus hornos (“tandori”) alimentados por carbón, o sus estufas (“chulha”). El gobierno de Modi ha comenzado a proporcionar estufas alimentadas con gas propano, que no son tan contaminantes, sin embargo como el suministro no es constante, todavía muchas personas no las han llegado a utilizar.

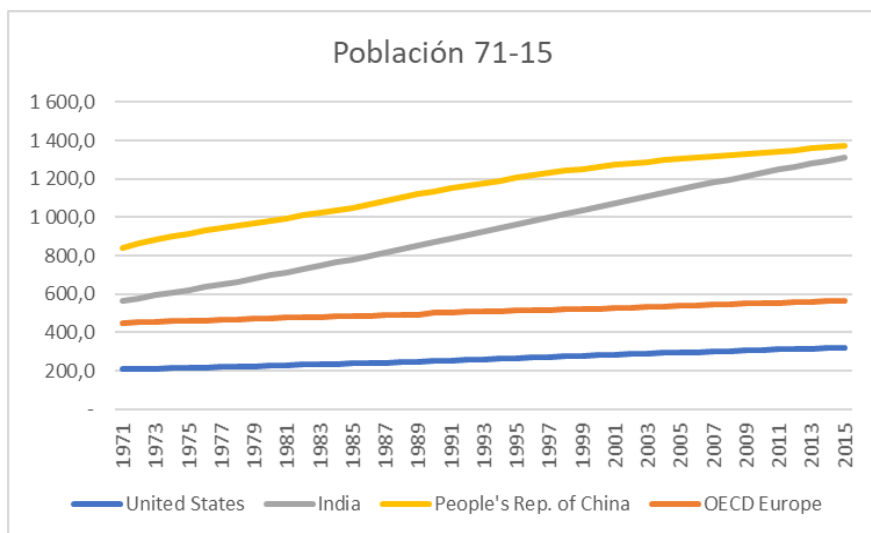
No hay que olvidar, que la India tiene unos de los yacimientos de carbón más importantes del mundo, y con lo barato y fácil que es utilizar el carbón en esta nación, es difícil hacer cambiar sus costumbres a millones de personas. Por este motivo, la India está haciendo grandes esfuerzos por cambiar el origen de la energía que utiliza, involucrándose en proyectos como ITER que trabajan para desarrollar reactores nucleares más potentes, seguros, y que crean menos residuos nucleares. Aunque es cierto que, la energía nuclear es vista en la actualidad como insegura y nociva para la salud humana a medio plazo, es la única energía capaz de sustentar nuestras necesidades sin contaminar con sulfuros, óxidos de nitrógeno, monóxidos o dióxidos de carbono, que ahora tantos problemas nos crean. En el gráfico 3.6 podemos contemplar el origen de la energía que es utilizada en la India, observando que siguen confiando en combustibles fósiles en exceso, como el carbón o las gasolinas.



**Gráfico 3. 6 Origen de la energía utilizada en la India.**

Estas grandes nubes de polución han llegado a provocar que se cierre el espacio aéreo, y que se haya estimado que 1,24 millones de muertes en la India en 2017 estén relacionadas con la contaminación del aire (Dandona, 2018). Sin embargo, el 23 de mayo del 2019 serán las elecciones al gobierno indio, y aunque los dos candidatos

principales son muy diferentes entre sí, ninguno de ellos va a condenar los actos de la población en contra del medioambiente, a cambio de perder millones de votos.

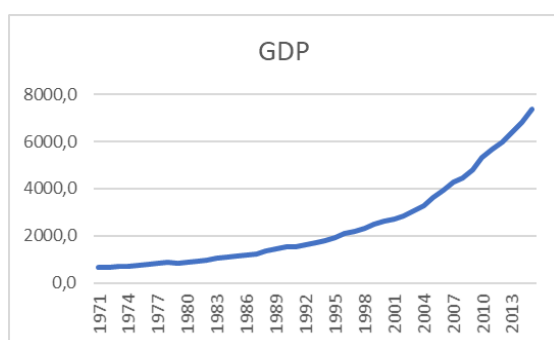


**Gráfico 3. 7 Aumento de la población a lo largo del tiempo en los principales países.** (Fuente: OECD, elaboración propia)

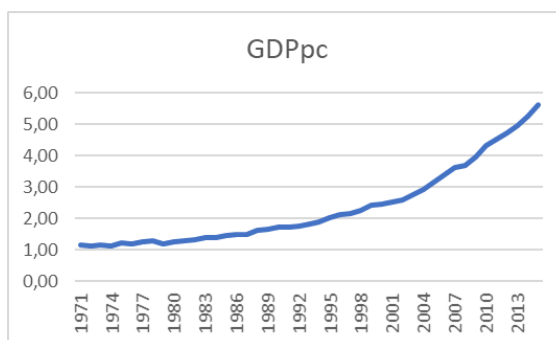
### 3.3 Datos de la India y comparación entre países

Es clave remarcar la importancia de la población en la India, ya que es el segundo país más poblado del mundo actualmente, y según la ONU, en 2024 cambiarán las tornas ya que la India sobrepasará a China (ONU, 2017). En la actualidad en la India hay más de 1300 millones de personas viviendo, y esto representa el 18% de toda la humanidad. Pero no siempre fue así, aunque la India ha sido un país muy poblado siempre, su crecimiento se ha mantenido mas o menos constante todos estos años. Sin embargo, como podemos observar en el gráfico 3.7, otros países como Estados Unidos, o Europa en todo su conjunto, empezaron a observar como sus curvas de población comenzaban a quedarse estancadas en su crecimiento a lo largo del tiempo. Pero tanto China como India seguían creciendo a ritmos constantes y llegando a cifras que el resto de países no pueden imaginar tener, de hecho, es EE.UU. con sus mas de 300 millones de personas el 3º país más poblado del mundo.

Otros de los datos a destacar dentro del producto interior bruto, es que tanto su PIB como su PIBpc continúan siendo unos de los que mayor crecimiento tienen en el mundo, y además, a pesar de que la población de la India tiene un crecimiento constante, el Producto Interior Bruto de la India está creciendo de forma exponencial como podemos observar en los gráficos 3.8 y 3.9. Además, es importante recalcar que, a pesar de crecer tanto en población, no sólo mantiene el PIB por persona de otros años, sino que lo aumenta considerablemente, dando a entender que este proceso expansivo en el país traerá consigo mejoras en la vida de los ciudadanos de la India.



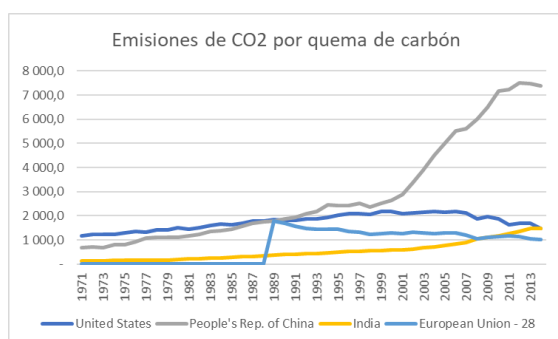
**Gráfico 3. 9 PIB de la India.** (Fuente: OECD, elaboración propia)



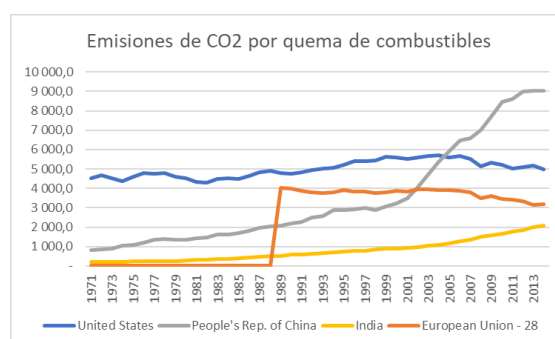
**Gráfico 3. 8 PIB per cápita de la India.** (Fuente: OECD, elaboración propia)

El hecho de que una nación tenga un PIB elevado es en parte positivo, ya que influirá en un mayor gasto por parte de los agentes (ya sean ciudadanos o empresas), incentiva la inversión extranjera, y hace que el estado recaude más para poder destinarlo a gastos públicos. Sin embargo, este aumento en el PIB no garantiza el aumento en el bienestar social, es más si buscamos en los datos, el salario mínimo interprofesional en la India fue fijado unos 41€ en 2013; y aunque ha crecido a lo largo de los últimos años, es uno de los más bajos de todo el mundo. El salario medio es de unos 1800\$ al año lo que lo sitúa por la parte baja de la tabla, siendo uno de los países que peores salarios pagan a sus ciudadanos; y en el Índice de Desarrollo Humano, aunque también crece positivamente a lo largo de los últimos años, la India sigue situándose en el puesto 130º. De esta forma podemos constatar que el desarrollo económico del país no conlleva el desarrollo humano ni una mejora del bienestar.

Además, es clave reseñar que la India es uno de los países que más millones de toneladas de CO<sub>2</sub> emite a la atmósfera, aunque como hemos comentado previamente, esta contaminación en el caso de la India está basada en el uso de combustibles fósiles, principalmente el carbón donde llega incluso a sobrepasar en millones de toneladas a EE.UU. y a la UE en su conjunto, como podemos observar en el gráfico 3.11. De hecho, en el resto de combustibles fósiles, petróleo y gas natural, la India se encuentra muy por debajo del resto de los países. Cabe destacar que, la gran “vencedora” en todos los gráficos sobre contaminación, a pesar de sus grandes intentos por modernizarse y ser menos agresiva con el medioambiente, sigue siendo sin duda China, que duplica y hasta triplica las cantidades de CO<sub>2</sub> de los otros países.

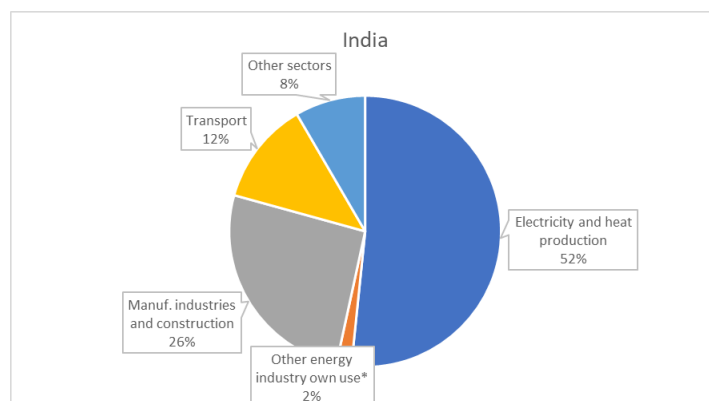


**Gráfico 3. 11 Emisiones de CO<sub>2</sub> por quema de carbón.** (Fuente: OECD, elaboración propia)



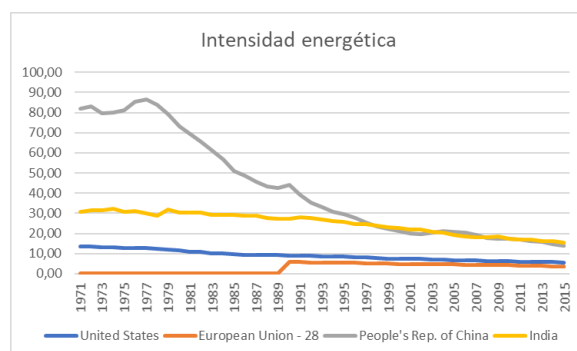
**Gráfico 3. 10 Emisiones de CO<sub>2</sub> por quema de combustibles fósiles.** (Fuente: OECD, elaboración propia)

De todas estas emisiones de CO<sub>2</sub> debido a la quema de combustibles fósiles, más de la mitad es para producir electricidad y calor, como podemos ver en el gráfico 3.12; debido a que como comentamos anteriormente, la energía de la India se produce principalmente en plantas energéticas que usan en su mayoría carbón para producir. La industria manufacturera y de la construcción representa más de un cuarto de las emisiones totales de CO<sub>2</sub> en el país, mientras que el transporte no representa ni un octavo del total, y la mayoría de su contaminación proviene del tráfico en las carreteras.



**Gráfico 3.12 Emisiones de CO2 por sector.** (Fuente: OECD, elaboración propia)

Por último, debemos comentar el gráfico 3.13, que nos muestra la intensidad energética; que se consigue de dividir el consumo energético (TPES, en petajulios) entre el PIB del país. De esta forma podemos observar la eficiencia económica de la energía, es decir, el ratio de conversión de unidades de energía en unidades de PIB. En el gráfico se distingue como países desarrollados EE.UU. o la Unión Europea que tienen ratios de conversión mucho más eficientes que la India o China, sin embargo mientras que China ha tenido ratios muy altos hace años, en la última década ha mejorado notablemente su eficiencia hasta igualarse a la de la India. La India por su parte, no ha llegado a los niveles de tan baja eficiencia de China. Lo que si es común a todos los países, es que están mejorando continuamente su eficacia, convirtiendo energía en crecimiento económico conforme pasa el tiempo.



**Gráfico 3.13 Intensidad energética en los principales países.** (Fuente: OECD, elaboración propia)

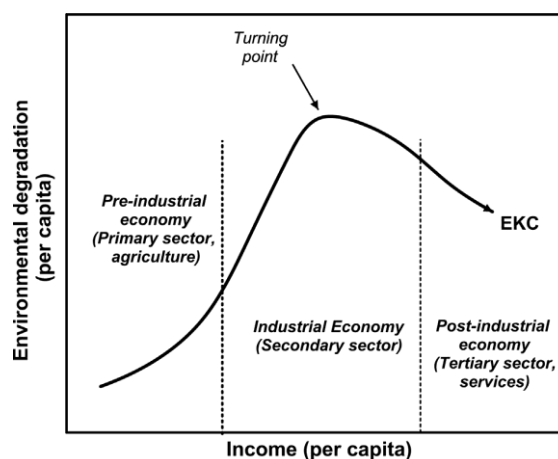
## CAPÍTULO IV. MODELO DE APLICACIÓN ECONOMETRICA

En este capítulo se mostrará qué modelos econométricos usaremos para averiguar si se cumple la hipótesis de la Curva de Kuznets Ambiental en el caso de la India. Para ello utilizaremos una serie de datos que van desde el año 1970 hasta el 2014, y que recogen todas las variaciones de los parámetros, según la Agencia Internacional de Energía (IEA) y la Oficina Central de Estadística de la India.

### 4.1 Modelo básico

Se seguirán los pasos que otros autores han utilizado para demostrar la validez de la hipótesis de la CKA en otros países. Añadiremos nuevas variables, e intentaremos corregir los errores que surjan en nuestros modelos en función de los resultados que obtengamos. Todo ello para que nuestro modelo sea fiable, robusto y no dé cabida a la duda. De esta forma podremos discernir si en nuestro caso de estudio, la India, hay una evidencia empírica o no de que se cumple la CKA. En el caso de que exista evidencia, profundizaríamos en ella y averiguaremos el “Turning Point” de la India, es decir, el punto a partir del cual el país comenzará a contaminar menos de lo que produce.

En primer lugar, Simon Kuznets (Kuznets, 1955) describió la CKA como una U invertida, debido a la creencia de que, a niveles mayores de renta en una sociedad, esta contamina más; hasta un punto o “Turning Point”, donde a mayores niveles de renta, la nación contaminará cada vez menos.



**Gráfico 4. 1 Curva de Kuznets Ambiental.**  
(Fuente Simon Kuznets)

Como observamos en la figura 4.1, a niveles menores de renta, en sociedades preindustriales basadas en la agricultura y el sector primario, la degradación del medioambiente es baja. Conforme aumentamos la renta, pasamos a una economía industrial. Aquí se llega al punto de retorno, cuando aumenta la renta comenzamos a disminuir la cantidad de contaminación. Por último, la tercera fase, es una sociedad postindustrial, basada en el sector terciario de los servicios. En esta última etapa, los niveles de contaminación disminuyen, hasta llegar a índices similares a los del inicio de la época industrial.

En este modelo econométrico, nuestra variable dependiente será la “y”, la cual nos explicará el comportamiento del modelo y nos informará de la degradación del medioambiente; en nuestro caso la cantidad de CO2 per cápita que se emite en la India. La “x” será la variable independiente, es decir la variable que influye en el comportamiento de nuestra variable endógena, y nos informará de la renta de la que se dispone en la India, en concreto utilizaremos los parámetros de PIB per cápita. Nos reservamos la “z” para poder añadir otras variables de control que nos puedan ayudar a demostrar más fácilmente nuestro modelo.  $\beta$  simboliza los coeficientes de las variables que influyen sobre la endógena, y  $\beta_0$  corresponde al término constante. Del mismo modo añadimos la “ $u_i$ ” como la perturbación aleatoria, para designar a un conjunto de variables que no somos capaces de especificar, pero que pueden afectar al modelo. De esta forma el modelo quedaría así:

$$\ln y_t = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1(\ln X_t) + \hat{\beta}_2(\ln X_t)^2 + \hat{\beta}_3(\ln X_t)^3 + \hat{\beta}_4(z_t)$$

Donde  $t=1970, \dots, 2014$

Por tanto, al estimar el modelo, encontraremos distintos escenarios según los resultados de las  $\beta_i$  que consigamos;

- 1)  $\beta_1=\beta_2=\beta_3=0$ . No existe relación entre  $x$  (crecimiento económico) e  $y$  (degradación ambiental).
- 2)  $\beta_1>0$  y  $\beta_2=\beta_3=0$ . Existe una relación monótona creciente, o lineal entre  $x$  e  $y$ .
- 3)  $\beta_1<0$  y  $\beta_2=\beta_3=0$ . Existe una relación monótona decreciente entre  $x$  e  $y$ .
- 4)  $\beta_1>0$ ,  $\beta_2<0$  y  $\beta_3=0$ . Existe una relación en forma de U invertida, la CKA se confirma.
- 5)  $\beta_1<0$ ,  $\beta_2>0$  y  $\beta_3=0$ . Existe una relación en forma de U.
- 6)  $\beta_1>0$ ,  $\beta_2<0$  y  $\beta_3>0$ . Existe una relación en forma de N.
- 7)  $\beta_1<0$ ,  $\beta_2>0$  y  $\beta_3>0$ . Existe una relación en forma de N invertida.

Es en el escenario 4) en el que se corrobora la existencia de la CKA y en dónde podemos averiguar el “turning point” mediante la siguiente fórmula:

$$x^* = \frac{-\beta_1}{2\beta_2}$$

En un principio comenzaremos estimando por MCO un modelo básico y a partir de este iremos probando diferentes covariables:

$$\ln \text{CO2pc} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 (\ln \text{GDPpc}) + \hat{\beta}_2 (\ln \text{GDPpc})^2 + \hat{\beta}_3 (\ln \text{GDPpc})^3$$

En este modelo inicial tendremos en cuenta el PIB y lo elevaremos para conseguirlo en forma lineal, cuadrática y cúbica, para observar en primera instancia si son variables relevantes para el modelo. Para estimarlo, utilizaremos el programa econométrico Gretl, y nos centraremos en averiguar los resultados sobre los test de normalidad, forma funcional correcta, Chow, Arch y autocorrelación. Sin embargo, encontramos errores en dichas pruebas, que nos hacen plantearnos nuevos modelos para continuar probando cuál es el correcto.

Sin embargo, pronto nos damos cuenta de que deberemos añadir nuevas variables, llamadas covariables de control para conseguir modelos más ajustados, que

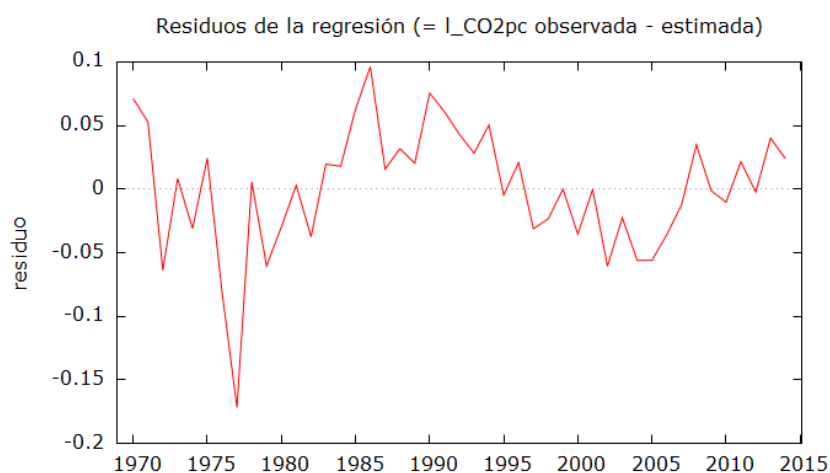


cumplan con los distintos contrastes. Por ello probamos distintas variables además del PIB y sus formas cuadrática y cúbica. Utilizamos variables como la inversión directa extranjera (FDI), el porcentaje del PIB correspondiente a la agricultura y la industria en la India, la productividad total de los factores (TFP), la intensidad energética (EI) y la tendencia temporal. Al probar los distintos modelos conseguimos resultados no concluyentes, no tienen una forma funcional adecuada, ni son significativos, por lo que los deseamos.

#### 4.2 Modelo 1

Después de probar varios modelos con diferentes combinaciones de variables de control, llegamos a un modelo que en un principio se acerca a lo que buscamos. En concreto el Modelo 1:

$$\ln \hat{CO2pc} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1(\ln GDPpc) + \hat{\beta}_2(\ln GDPpc)^2 + \hat{\beta}_3(\ln AGR) + \hat{\beta}_4(\ln Time)$$



**Gráfico 4. 2 Residuos Modelo 1.** (Fuente: GRETL, elaboración propia)

Sin embargo, en este modelo, después de usar los pertinentes contrastes nos damos cuenta de que existe un problema de autocorrelación y de cambio estructural. En concreto en el año 1979, como podemos observar en el gráfico 4.2. Esto puede ser debido a una década de los 70 muy convulsa en la India.

Con Indira Gandhi en el poder desde 1966, sumado a momentos de tensión y presión internacional, al conseguir ser uno de los primeros países en conseguir probar la

bomba nuclear con éxito en 1974. Indira proclamó la emergencia nacional creando un estado donde imperaba la ley marcial en el 75. Consiguió el arresto de los líderes de la oposición y la derogación de los derechos fundamentales de los ciudadanos.

Después de numerosas revueltas, se convoca a elecciones en 1977 para que el pueblo indio decida cambiar radicalmente de gobierno, y apostar por la democracia con el partido Janata. Pero la victoria duró poco, debido a las incongruencias en las ideas políticas del nuevo gobierno e Indira Gandhi retornó al poder en 1980.

### 4.3 Modelo 2

En el siguiente modelo probamos a introducir una variable ficticia en el año '79, para recoger esa ruptura estructural y la multiplicamos por todas las variables del modelo excepto la agricultura; consiguiendo el siguiente Modelo 2:

$$\ln\hat{CO2pc} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1(\ln GDPpc) + \hat{\beta}_2(\ln GDPpc)^2 + \hat{\beta}_3(\ln AGR) + \hat{\beta}_4(\ln Time) + \hat{\beta}_5(D79) + \hat{\beta}_6(D79\_ln GDPpc) + \hat{\beta}_7(D79\_ln GDPpc)^2 + \hat{\beta}_8(D79\_ln Time)$$

Este modelo es más preciso y salva el problema del cambio estructural en el año 1979, que divide nuestros datos en dos épocas diferentes que no pueden estudiarse conjuntamente.

## **CAPÍTULO V. RESULTADOS**

En este capítulo se mostrarán los resultados conseguidos al utilizar los modelos econométricos de los que hemos hablado en el capítulo anterior de forma más detallada. Comentaremos cómo de fiables y de eficaces son para utilizarlos en nuestro caso, y si finalmente estos modelos confirman que existe una evidencia empírica.

### 5.1 Modelo 1

Como comentábamos en el anterior capítulo comenzaremos por estimar el Modelo 1:

$$\ln\hat{CO2pc} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1(\ln GDPpc) + \hat{\beta}_2(\ln GDPpc)^2 + \hat{\beta}_3(\ln AGR) + \hat{\beta}_4(\ln Time)$$

Tras estimarlo en Gretl por el MCO conseguiremos los siguientes resultados;

$$\hat{\ln CO2pc} = -3,005 + 1,502 (\ln GDPpc) - 0,257 (\ln GDPpc)^2 + 0,427 (\ln AGR) + 0,11 (\ln Time)$$

	$\beta$	t-ratio	P-valor
constante	-3,00557	-5,384	3,46e-06
$\ln PIBpc$	1,50203	9,216	1,92e-011
$\ln PIBpc^2$	-0,257229	-4,410	7,60e-05
$\ln AGR$	0,427871	2,902	0,0060
$\ln Time$	0,110138	4,840	1,97e-05
$R^2 = 0,990094$		$R^2$ corregido= 0,989104	

**Tabla 5. 1 Modelo estimado 1** (Fuente: GRETL, elaboración propia)

Contrastes como el de Reset, la heterocedasticidad de White o el contraste de Arch se cumplen, y el valor de la  $R^2$  nos indica que el 99% de las variaciones de la endógena, en nuestro caso las emisiones de CO2 per cápita, son explicadas por nuestro modelo. Sin embargo, nos damos cuenta de que existe un problema de cambio estructural en el año 1979 como decíamos en el capítulo anterior, y un problema de autocorrelación tanto de orden 1 como de orden 2.

Esto es debido a que tras realizar el test de Breusch-Godfrey, su p-valor del estadístico es 0,00304166 para el orden 1 y 0,000841865 para el orden 2; menor al 0,05. Por lo tanto, para una hipótesis nula de que no hay autocorrelación, rechazamos la hipótesis nula, es decir si hay autocorrelación.

## 5.2 Modelo 2

En el Modelo 2 se minimiza el error de ruptura estructural separando nuestros datos en dos etapas, entre el año 1970-1978 y 1979-2014, mediante la adición de variables ficticias:

$$\begin{aligned} \hat{\ln CO2pc} = & \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 (\ln GDPpc) + \hat{\beta}_2 (\ln GDPpc)^2 + \hat{\beta}_3 (\ln AGR) + \hat{\beta}_4 (\ln Time) + \\ & + \hat{\beta}_5 (D79) + \hat{\beta}_6 (D79\_ \ln GDPpc) + \hat{\beta}_7 (D79\_ \ln GDPpc)^2 + \hat{\beta}_8 (D79\_ \ln Time) \end{aligned}$$

Tras estimarlo en Gretl por el MCO conseguiremos los siguientes resultados;

$$\begin{aligned} \hat{\ln CO2pc} = & -3,481 - 0,324 (\ln GDPpc) + 0,318 (\ln GDPpc)^2 + 0,214 (\ln AGR) + \\ & 0,785 (\ln Time) + 0,956(D79) + 6,358 (D79\_ \ln GDPpc) - 14,877 (D79\_ \ln GDPpc)^2 \\ & - 0,214 (D79\_ \ln Time) \end{aligned}$$

	$\beta$	t-ratio	P-valor
constante	-3,48100	-12,09	3,08e-014
$\ln PIBpc$	-0,324661	-1,356	0,1836
$\ln PIBpc^2$	0,318040	4,234	0,0002
$\ln AGR$	0,214652	2,659	0,0116
$\ln Time$	0,785797	9,010	9,34e-011
$D79$	0,956423	3,800	0,0005
$D79-\ln PIBpc$	6,35894	3,511	0,0012
$D79-\ln PIBpc^2$	-14,8777	-3,262	0,0024
$D79-\ln Time$	-0,718557	-7,949	1,95e-09
$R^2=0,997839$		$R^2_{\text{corregido}}=0,997358$	

**Tabla 5. 2 Modelo estimado 2.** (Fuente: GRETL, elaboración propia)

En este modelo, sin embargo, sí que se cumplen los contrastes, en concreto;

1. Contraste de Reset Ramsey o análisis de especificación, es de 0,436 (sólo cuadrados) y de 0,48 (sólo cubos) por lo que se acepta la hipótesis nula  $h_0$ , “la especificación es adecuada” es decir, forma funcional es correcta, ya que el p-valor es mayor que el nivel de significación de 0,05.
2. Contraste de White de heterocedasticidad, es de 0,207 aceptamos la hipótesis nula, por lo que no hay heterocedasticidad.
3. Autocorrelación, test de Breusch-Godfrey, su p-valor del estadístico es 0,343 para el orden 1, mayor que el 0,05. Por lo tanto, para una hipótesis nula de que no hay autocorrelación, aceptamos la hipótesis nula, es decir no hay autocorrelación.
4. Al 5% todos los coeficientes del modelo estimado son significativos.

5. Además de que, según el valor del  $R^2$ , las variaciones de la endógena, en nuestro modelo son explicadas en un 99,7%, aún más preciso que el Modelo 1.

Es importante analizar los datos que extraemos de este modelo, en concreto para los años entre 1979-2014;

-Al ser un modelo con términos cuadráticos en las variables del PIB *per cápita* y del PIB *per cápita* al cuadrado, hay que tener en cuenta que  $\beta_1$  y  $\beta_2$ , no tienen interpretación por separado. De esta forma para interpretar los efectos marginales del PIB sobre las emisiones de CO2 nos basamos en la fórmula:

$$\Delta \ln \text{CO2pc} = (\beta_1 + 2\beta_2 X) \Delta \ln \text{PIBpc}$$

-Si el porcentaje del PIB perteneciente a la agricultura aumenta en 1%, las emisiones de CO2 *per cápita* aumentan un 21,4%.

Con estos resultados podemos averiguar si se cumple la hipótesis de la curva de Kuznets ambiental o no en la India. Pero como hemos comentado al principio de este apartado, existirán dos etapas a estudiar; la India entre los años 1970-1978 y 1979-2014. Por ello hemos elaborado una tabla que compara los dos periodos, para ver el efecto de la variable sobre la endógena en cada periodo.

	Periodo 1970-1978	Periodo 1979-2014
Constante	$\beta_0 + \beta_5 = -2,524577$	$\beta_0 = -3,48100$
$\ln \text{PIBpc}$	$\beta_1 + \beta_6 = 6,034279$	$\beta_1 = -0,324661$
$\ln \text{PIBpc}^2$	$\beta_2 + \beta_7 = -14,55966$	$\beta_2 = 0,31804$
$\ln \text{AGR}$	$\beta_3 = 0,214652$	$\beta_3 = 0,214652$
$\ln \text{Time}$	$\beta_4 + \beta_8 = 0,06724$	$\beta_4 = 0,785797$

**Tabla 5. 3 Comparación de periodos, modelo 2.** (Fuente: GRETL, elaboración propia)

Por lo que, para este pequeño periodo entre 1970-1978; se confirma la existencia de CKA. Esto es debido a que su  $\beta_1$  es mayor que cero, mientras que su  $\beta_2$  es menor que cero para este periodo. De esta forma existe una relación de “U” invertida. Sin embargo, para el periodo entre 1979-2014, existe una relación en forma de “U”, ya que  $\beta_1$  es menor que cero, mientras que  $\beta_2$  es mayor.

Por lo tanto, en el periodo 1970-1978, se cumple la CKA así que deberemos buscar un máximo para ese punto el cuál lo averiguaremos mediante la fórmula:

$$x^* = \frac{-\beta_1}{2\beta_2}$$

El resultado será que en el eje X, el máximo se encontrará en el punto 0,2072259586.

Por otro lado, en el periodo 1979-2014, al tener forma de “U”, encontraremos un mínimo que calcularemos con la misma fórmula y el resultado será que en el eje X, el mínimo se encontrará en el punto 0,510409068.

A pesar de la evidencia de la U invertida en el primer periodo (1970-1978), las pocas observaciones que hay no nos ayudan a interpretar, si la disminución de las emisiones de CO2 es o no temporal. Además, la tendencia temporal, cuyo signo es positivo, debilita en gran medida la hipótesis de la curva de EKC en ese primer periodo, en el sentido de que desaparecerá moviéndose con una tendencia hacia arriba en el tiempo. En cuanto al segundo periodo (1979-2014), la tendencia temporal afirma el sentido ascendente del segundo tramo de la curva en forma de U.

## **CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES**

El incremento en los últimos años, de una conciencia social por los cambios en el medio ambiente, ha despertado las mentes de, no sólo científicos, sino también de políticos y economistas, que han descubierto que la contaminación es un problema real y global. Es una dificultad que todos los países hemos generado en mayor o menor medida, y que por tanto todos debemos resolver conjuntamente.

Sin embargo, siguen existiendo colectivos de personas que piensan que éste es un problema de sociedades menos desarrolladas donde no son capaces, ya sea por sus métodos de trabajo o por su tecnología, de disminuir la polución. Y que estos países, a menudo en África y Asia, quedan muy lejos de nuestras prósperas y limpias economías.

Lo que tenemos que entender es que nuestros actos tienen consecuencias en el futuro y que en la Tierra estos actos se ven incrementados por la magnitud de nuestro planeta; existen alrededor de 7000 millones de personas, lo cual no es una cantidad fácil de manejar, y de ellas la OMS (2016) cree que 7 millones mueren al año por la contaminación del aire. Cuando hablamos de deforestación no hablamos de unas hectáreas, sino de miles de km cuadrados perdidos al año; cada día 2 millones de toneladas de aguas residuales acaban en las aguas del mundo (ONU-Agua, 2015), y este año se emitirán más de 37.000 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> al planeta (Global Carbon Project, Le Quéré y otros, 2017).

Aunque un país deje de ser tan contaminante, o aunque todos nos comprometamos, no a disminuir, sino a “no aumentar nuestras emisiones de CO<sub>2</sub>”, no sería suficiente para salvar el planeta. Nuestras economías aún se basan en los combustibles fósiles y debemos cambiar, o nos enfrentaremos a graves problemas en el futuro. De hecho, aunque los países más importantes como Francia, China o incluso la India hayan firmado el acuerdo de París, éste sólo se centra en “reducir los riesgos y los impactos del cambio climático”. Sin embargo, expertos como la científica meteoróloga Corinne Le Quéré advierten que no basta con instalar energías renovables, sino que la energía a base de combustibles debe abandonarse; la ONU señala que “un año después de la entrada en vigor del Acuerdo de París, aún no estamos haciendo lo suficiente para salvar a cientos de millones de personas”.

Este trabajo trataba principalmente, de estudiar la CKA en la India, y averiguar si se cumple la hipótesis en este país. De esta forma podríamos comprender cómo se comporta la variación de emisiones de CO<sub>2</sub> en la India y si ésta llegará a disminuir en un momento concreto. Descubrir estos datos sería de vital importancia para la India y en general para la Tierra, ya que podríamos comprender cuál es la situación de la India, cuánto más va a durar, y si la Tierra podría continuar subsistiendo, hasta que la situación mejorase. Sin embargo, ninguno de los modelos que hemos estudiado han sido concluyentes, ya que los resultados que hemos conseguido no demuestran la evidencia de que la curva tenga una forma de “U invertida”. De hecho, todo lo contrario, la curva

en forma de “U” sugeriría que llegado un punto, las emisiones de CO<sub>2</sub> volverían a crecer desmesuradamente, lo cual sería fatal.

También hay que destacar que hemos encontrado ciertas limitaciones a la hora de hacer los modelos, debido a que los datos recabados sólo eran para un periodo de 44 años, de 1970 a 2014. Quizás si la muestra fuera mayor, habríamos conseguido resultados más precisos y concluyentes. Por todo ello, consideramos que quizás con una mayor cantidad de datos recabados, conforme pase el tiempo, propiciará mejores resultados de cara al análisis de la CKA en la India.

Además, aunque hemos buscado ante todo la mayor fiabilidad para todos los datos que hemos usado, recogiendo información de organismos oficiales como el Banco Mundial o la OECD, quizás los datos recabados provienen de fuentes extraoficiales de la India que no obtienen sus datos de manera tan minuciosa como las otras instituciones.

Lamentablemente, cuando queramos darnos cuenta de que la contaminación llega a nuestro entorno, ya será demasiado tarde. Es por esto, que debemos actuar cuanto antes, para salvar la integridad del planeta, y por ello al estudiar el impacto que la contaminación produce en un país como la India, vemos la enorme importancia que un territorio tan grande posee para el desarrollo sostenible de la economía y el medio ambiente o en el peor de los casos, para la destrucción de la Tierra, tal como hoy la conocemos.



## BIBLIOGRAFÍA

- CIA, 2019. *World factbook. India*, s.l.: s.n.
- CMNUCC, 2017. *List of representatives to high level signature ceremony*, París: s.n.
- Dandona, L., 2018. *The impact of air pollution on deaths, disease burden, and life expectancy across the states of India: the Global Burden of Disease Study 2017*, Gurugram: s.n.
- Dinda, S., 2004. *Enviromental Kuznetz Curve Hypothesis: A survey*, Murshidabad, India: s.n.
- Global Carbon Project, Le Quéré y otros, 2017. *Global Carbon Budget 2017*, France: s.n.
- Homi Kharas, OECD, 2010. *The emerging middle class in developing countries*, s.l.: s.n.
- ICEX, 2018. *¿Por qué India? ¿Por qué Nueva Delhi?*, s.l.: s.n.
- IPCC, 2018. *Informe octubre 2018 (comunicado de prensa)*, República de Corea: s.n.
- IQ Air, Airvisual y Greenpeace, 2018. *2018 World Air Quality Report*, Suiza: s.n.
- Kuznets, S., 1955. *Economic growth and income inequality. American Economic Review*, s.l.: s.n.
- OMS, 2016. *Breathelife2030*, Génova, Suiza: s.n.
- ONU, 2017. *World Population Prospects: The 2017 Revision*, s.l.: s.n.
- ONU-Agua, 2015. *Implementación de mejoras para la calidad del agua y la protección de servicios ecosistémicos; Programa de ONU-Agua para la Promoción y la Comunicación en el marco del Decenio (UNW-DPAC)*, Zaragoza: s.n.
- PNUD, 2018. *Índices e indicadores de desarrollo humano*, s.l.: s.n.
- PriceWaterhouseCoopers, 2017. *The Long View: How will the global economic order change by 2050*, UK: s.n.
- Susmita Dasgupta, B. L. H. W. a. D. W., 2002. *Confronting the Environmental Kuznets Curve*, Washington, D.C.: s.n.
- Zilio, M. I., (2012). "Curva de Kuznets ambiental, la validez de sus fundamentos en países en desarrollo". p. 1.

## WEBGRAFÍA

Griffiths, J. 22 of the top 30 most polluted cities in the world are in India [sitio web].

CNN. Hong Kong, 5/3/2019 [29/3/2019]

<https://edition.cnn.com/2019/03/04/health/most-polluted-cities-india-china-intl/index.html>

Slater, J. India's pollution refugees: People are fleeing Delhi because of the toxic air [sitio web] The Washington Post. Panaji, India, 16/11/2018 [2/4/2019]

[https://www.washingtonpost.com/world/asia\\_pacific/indias-pollution-refugees-people-are-fleeing-delhi-because-of-the-smoggy-air/2018/11/15/26dc1250-e1f1-11e8-a1c9-6afe99dddd92\\_story.html?utm\\_term=.2460641fb498](https://www.washingtonpost.com/world/asia_pacific/indias-pollution-refugees-people-are-fleeing-delhi-because-of-the-smoggy-air/2018/11/15/26dc1250-e1f1-11e8-a1c9-6afe99dddd92_story.html?utm_term=.2460641fb498)

Martínez, A. Nueva Delhi, capital mundial de la contaminación [sitio web] El País.

Nueva Delhi, India, 28/1/2016 [2/4/2019]

[https://elpais.com/elpais/2016/01/27/planeta\\_futuro/1453897737\\_125785.html](https://elpais.com/elpais/2016/01/27/planeta_futuro/1453897737_125785.html)

Harjani, A. India in 2020: the factory of the world? [sitio web] CNBC. Singapur, 4/9/2014 [3/4/2019]

<https://www.cnbc.com/2014/09/03/india-in-2020-the-factory-of-the-world.html>